

PERENCANAAN PRODUKSI PEDIALYTE PADA PT.ABBOTT INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PURE STRATEGY* DAN *MIXED STRATEGY*

Izhar Frestia

Jurusan Teknil Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100 16424

ABSTRAKSI

Pada umumnya setiap perusahaan ingin meningkatkan produknya dengan memperkecil biaya produksi yang dikeluarkan serta ingin memenuhi semua permintaan konsumen, karena itu diperlukan perencanaan dan penjadwalan produksi yang baik. Penelitian perencanaan produksi di PT. Abbott Indonesia ini bertujuan untuk meramalkan dan menentukan perencanaan produksi tahun 2008 guna meminimumkan total biaya produksi. Penelitian dilakukan pada produk Pedilayte.

Metode-metode yang digunakan dalam penelitian diantaranya metode Shumard dalam perhitungan penyesuaian untuk penentuan waktu normal dan waktu baku, metode peramalan dengan menggunakan 3 metode peramalan, 3 metode untuk perencanaan produksi agregat, dan pendekatan *Reguler Knapsack Method* untuk perencanaan disagregsi. Pengolahan data dalam menentukan metode peramalan yang terbaik menggunakan perangkat lunak Minitab 11 sedangkan untuk metode pada perencanaan produksi agregat dan disagregsi dilakukan dengan perhitungan manual.

Pemilihan metode terbaik peramalan didasarkan pada rata-rata penyimpangan absolut MAD dan tanda penjejukan (*Tracking Signal*). Metode peramalan terpilih adalah metode pemulusan eksponensial tunggal ($\alpha = 0,5$) dengan nilai MAD sebesar 30239 dan tanda penjejukan berkisar antara -2,05 sampai +2,06. Perencanaan produksi agregat dilakukan untuk 12 bulan dengan total produksi sebanyak 771.200 botol dengan total biaya produksi dari metode SuTenaga Kerja Berubah sebesar Rp.170.242.400,00 sedangkan dengan metode Persediaan Berubah dan *Mixed Strategy* Rp.170.049.600,00. Solusi yang dipilih adalah perencanaan produksi dengan menggunakan metode Biaya Terkecil. Solusi optimal dari disagregasi adalah Pedilayte Solution sebanyak 578.392 botol dan Pedialyte Bubble Gum sebanyak 192.808 botol. Kebijakan yang diberlakukan oleh perusahaan adalah tersedia kerja lembur maksimal 4 jam per hari dan tidak ada sub kontrak.

PENDAHULUAN

Pada era dimasa sekarang ini dengan teknologi yang semakin maju menciptakan persaingan yang semakin ketat pada dunia usaha. Setiap perusahaan berlomba untuk dapat menciptakan suatu produk yang berkualitas dan yang terpenting lagi menciptakan suatu produk dengan tepat waktu. Dalam suatu perusahaan yang mempunyai tipe produksi massa, yang melibatkan sejumlah besar komponen yang harus dirakit, perencanaan produksi memegang peranan yang penting dalam membuat penjadwalan produksi, terutama dalam pengaturan operasi-operasi atau penugasan kerja yang harus dilakukan.

PT. Abbott Indonesia adalah salah satu perusahaan farmasi yang produknya terkenal memiliki kualitas yang tinggi serta memiliki harga jual

yang cukup tinggi pula. Dari uraian tersebut terlihat betapa pentingnya perencanaan dan pengaturan produksi yang baik. PT. Abbott Indonesia dituntut untuk mampu melakukan perbaikan dan penyempurnaan secara terus-menerus terhadap sistem produksinya baik dari segi kualitas maupun kuantitas, dengan membuat suatu sistem perencanaan dan pengendalian produksi yang mempertimbangkan penempatan sumber daya, faktor-faktor yang berpengaruh secara optimal dan memperhatikan kendala-kendala yang ada sehingga proses produksi dapat berjalan optimal guna memenuhi target produksi yang diinginkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi merupakan suatu proses penetapan tingkat output manufakturing secara

keseluruhan guna memenuhi tingkat penjualan yang direncanakan dan persediaan yang diinginkan. (Gaspersz, 2002)

Langkah-langkah Perencanaan Produksi dikemukakan melalui empat tahap utama, sebagai berikut :

Menurut Gaspersz (2002), proses perencanaan produksi dapat

Tabel 2.1 Langkah-langkah Perencanaan Produksi

Langkah 1	Mengumpulkan data yang relevan dengan perencanaan produksi. Beberapa informasi yang dibutuhkan adalah peramalan yang bersifat tidak pasti dan pesanan-pesanan yang bersifat pasti selama periode tertentu. Selanjutnya perlu juga diperhatikan pesanan yang telah diterima pada waktu lalu namun belum dikirim, kuantitas produksi di waktu yang lalu yang masih kurang dan harus diproduksi, dan lain-lain.
Langkah 2	Mengembangkan data yang relevan itu menjadi informasi yang teratur.
Langkah 3	Menentukan kapabilitas produksi, berkaitan dengan sumber-sumber daya yang ada.
Langkah 4	Melakukan pertemuan rekanan yang dihadiri oleh manajer umum, manajer PPIC, manajer produksi, manajer keuangan, manajer pemasaran, manajer rekayasa, manajer pembelian, manajer jaminan kualitas, dan manajer-manajer lainnya yang dianggap relevan.

Peramalan

Peramalan adalah suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramalan berdasarkan pada data deret waktu historis atau suatu proses dalam menggunakan data historis (data masa lalu) yang telah dimiliki untuk

diproyeksikan ke dalam sebuah model dan menggunakan model ini untuk memperkirakan keadaan di masa mendatang. (Gaspersz, 2002)

Klasifikasi Peramalan

Menurut Gaspersz (2002), dalam peramalan terdapat dua klasifikasi yaitu peramalan

berdasarkan teknik penyelesaiannya dan peramalan berdasarkan pengelompokkan horizon waktu.

Peramalan berdasarkan teknik penyelesaiannya, yang terdiri dari teknik peramalan secara kualitatif dan kuantitatif. Teknik peramalan kualitatif adalah peramalan yang melibatkan pendapat pribadi, pendapat ahli, metode Delphi penelitian pasar dan lain-lain. Bertujuan untuk menggabungkan seluruh informasi yang diperoleh secara logika, tidak berdasar dan sistematis yang dihubungkan dengan faktor kepentingan si pengambil keputusan. Teknik peramalan secara kuantitatif yaitu digunakan pada saat data masa lalu cukup tersedia.

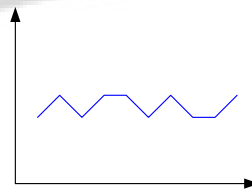
Peramalan berdasarkan pengelompokkan horizon waktu, yang terdiri dari peramalan jangka panjang, menengah, dan pendek. Peramalan jangka panjang yaitu peramalan yang jangka waktu peramalan lebih dari 24 bulan, misalnya peramalan yang diperlukan dalam kaitannya dengan anggaran produksi. Peramalan jangka menengah, yaitu peramalan yang

jangka waktu peramalan antara 3-24 bulan, misalnya peramalan untuk perencanaan penjualan, perencanaan dan anggaran produksi. Peramalan jangka pendek, yaitu peramalan yang jangka waktu peramalan kurang dari 3 bulan, misalnya peramalan dalam hubungannya dengan perencanaan pembelian material, penjadwalan kerja dan penugasan.

Pola Data

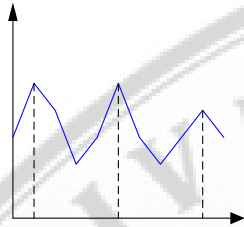
Menurut Makridakis, et al. (1992), langkah penting dalam memilih suatu metode deret waktu yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola datanya. Pola data dapat dibedakan menjadi empat, yaitu :

1. Pola horisontal, terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan atau stasioner terhadap nilai rata-ratanya.



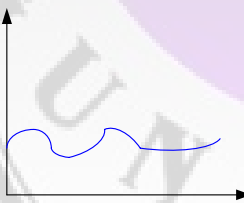
Gambar 2.1 Pola Data Horisontal

2. Pola musiman, terjadi bilamana suatu deret data dipengaruhi oleh faktor .



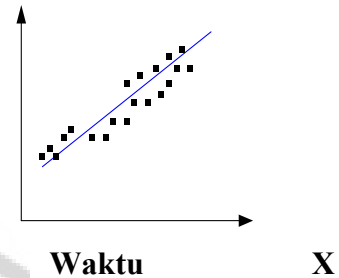
Gambar 2.2 Pola Data Musiman

3. Pola siklis, terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis atau ekonomi.



Gambar 2.3 Pola Data Siklis

4. Pola kecenderungan, terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan jangka panjang dalam data.



**Gambar 2.4 Pola Data
Kecenderungan**

5. Jika terdapat deret data yang mencakup kombinasi dari pola-pola data tersebut, maka metode peramalan yang dapat membedakan setiap pola harus digunakan bila diinginkan adanya pemisahan komponen pola tersebut.

Metode Peramalan

Dalam melakukan perhitungan peramalan digunakan beberapa metode, yaitu :

- a. Model Rata-rata Bergerak (*Moving Averages Model*)

Model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data-data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan dimasa yang akan datang. Metode rata-rata bergerak akan efektif

diterapkan apabila kita dapat mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu. Metode rata-rata bergerak n-periode menggunakan formula

berikut:

$$\text{Rata-rata Bergerak } n\text{-Periode} = \frac{\sum (\text{permintaan dalam } n \text{ periode terdahulu})}{n}$$

dimana n adalah banyaknya periode dalam rata-rata bergerak.....(2.1)

b. Metode Pemulusan eksponensial (ES)

Model peramalan ini bekerja hampir serupa dengan alat pengukur panas, dimana apabila galat ramalan (kesalahan ramalan) adalah positif, yang berarti nilai aktual permintaan lebih tinggi daripada nilai ramalan ($A - F > 0$), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis meningkatkan ramalan. Sebaliknya apabila galat ramalan (kesalahan ramalan) adalah negatif, yang berarti nilai aktual permintaan lebih rendah daripada nilai ramalan ($A - F < 0$),

maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis menurunkan ramalan. Proses penyesuaian ini berlangsung terus-menerus, kecuali galat ramalan telah mencapai nol. Kenyataan inilah yang mendorong peramal lebih suka menggunakan model peramalan pemulusan eksponensial, apabila pola historis dari data aktual permintaan bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu. Rumus perhitungan dengan metode ES :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \dots (2.2)$$

Dimana :

F_t = nilai ramalan untuk periode waktu ke-t

F_{t-1} = nilai ramalan untuk satu periode waktu yang lalu, t-1

A_{t-1} = nilai aktual untuk satu periode waktu yang lalu, t-1

α = konstanta pemulusan

c. Metode pemulusan eksponensial ganda

Menurut Assauri (1993), dasar pemikiran dari metode pemulusan

eksponensial tunggal maupun ganda adalah bahwa nilai pemulusan akan terdapat pada waktu sebelum data sebenarnya apabila pada data tersebut terdapat komponen tren. Oleh karena itu untuk nilai-nilai pemulusan tunggal perlu ditambahkan nilai pemulusan ganda guna menyesuaikan tren. Metode yang sedemikian itu dikenal dengan nama metode Brown. Menurut Kusuma (2001), metode pemulusan eksponensial dari Holt dalam prinsipnya sama dengan Brown, kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt memuluskan nilai kecenderungan dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli.

Rumus dari metode pemulusan eksponensial ganda Holt adalah :

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$F_{t-m} = S_t - b_t m \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

S_t = Nilai pemulusan kecenderungan pada periode t.

α = Konstanta pemulusan.

b_t = Faktor kecenderungan pada periode t.

γ = Konstanta pemulusan kecenderungan.

X_t = Permintaan pada periode t.

F_{t-m} = Peramalan pada periode t.

Teori Akurasi Peramalan

Ukuran akurasi secara umum yang dipergunakan untuk peramalan adalah sebagai berikut :

a. Rata-rata Penyimpangan Absolut (MAD)

Menurut Handoko (1984), rata-rata penyimpangan absolut merupakan penjumlahan kesalahan prakiraan tanpa menghiraukan tanda aljabarnya dibagi dengan banyaknya data yang diamati. yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{MAD} = \frac{\sum |e_i|}{n} \dots \dots \dots (2.6)$$

b. Rata-rata Persentase kesalahan Mutlak (MAPE)

Rata-rata persentase kesalahan kuadrat merupakan pengukuran ketelitian dengan cara-cara persentase kesalahan mutlak,

(MAPE) menunjukkan rata-rata kesalahan mutlak prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktualnya.

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{e}{x_i} \right| (100)}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

c. Tanda Penjejukan (*Tracking Signal*)

Pada setiap peramalan, tanda penjejukan (*tracking signal*) terkadang digunakan untuk melihat apakah nilai-nilai yang dihasilkan berada didalam atau diluar batas-batas pengendalian dimana nilai-nilai tanda penjejukan (*tracking signal*) itu bergerak antara -4 sampai +4.

Perhitungan Waktu Baku

Untuk melakukan perhitungan waktu baku, menurut Sotalaksana (1979) perlu menghitung besarnya waktu normal dan waktu siklus serta memperhatikan besarnya kelonggaran.

Rumus :

waktu siklus rata-rata :

$$\text{WS} = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots (2.11)$$

waktu normal :

$$\text{Wn} = \text{Ws} \times p \dots\dots\dots (2.12)$$

Perencanaan Produksi Agregat

Perencanaan agregat adalah proses perencanaan kuantitas dan pengaturan waktu keluaran selama periode tertentu melalui penyesuaian variabel-variabel yang dapat dikendalikan. (Handoko, 1984)

Metode dalam perencanaan agregat ada dua, yaitu metode tabel dan grafik dan metode pendekatan matematika. (Elwood, et al. 1996). Salah satu model yang dapat digunakan dalam melakukan perencanaan Agregat adalah dengan menggunakan metode *Pure Strategy* dan *Mixed Strategy*.

Metode *Pure Strategy*

Dalam strategi murni (*Pure Strategy*) terdapat tiga metode perencanaan agregat yaitu Perubahan Tenaga Kerja (*Changing Workforce Levels*), Perubahan Persediaan (*Changing Inventory Levels*), dan Subkontrak.

Metode *Mixed Strategy*

Dilihat dari hasil yang diberikan oleh metode-metode dalam *Pure Strategy*, maka setiap metode

memiliki dampak negatif bagi perusahaan. Untuk itu perusahaan dapat menggabungkan dua atau lebih metode yang ada pada *Pure Strategy* guna meminimasi efek negatif yang ditimbulkan. Gabungan dua atau lebih metode ini disebut sebagai *Mixed Strategy*.

Perencanaan Disagregat

Menurut Narasimhan, et al. (1995), disagregasi adalah memisahkan tingkat persediaan agregat yang diinginkan, seperti yang ditentukan oleh metode agregat berdasarkan peramalan-peramalan bulanan dari permintaan produksi standar yang individu. Metode disagregasi pada umumnya digunakan untuk meminimalkan total ongkos yang dihasilkan, sub kontrak, persediaan, jam kerja lembur, dan lain-lain.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan disagregasi yaitu dengan pendekatan *Reguler Knapsack Method*. Langkah-langkah melakukan disagregasi dengan pendekatan ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *expected quantity* yaitu persediaan awal dikurangi permintaan. Jika *expected quantity* bernilai negatif, berarti item itu harus diproduksi, karena jumlah persediaan yang ada tidak mencukupi permintaan.
2. Menentukan nilai N , yaitu \pm banyaknya ulangan permintaan yang akan dipenuhi oleh jumlah produksi ditambah persediaan yang ada sekarang ini, dengan syarat:

$$Y_i^* \leq \sum K_{ij} \left(\sum_{n=1}^N D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ijt} \right) \dots 2.16$$

Y_i^* adalah jumlah produk yang diproduksi dari perencanaan agregat terbaik.

Untuk metode perubahan tenaga kerja $Y_i^* = \text{Demand dalam satuan agregat}$.

Untuk metode perubahan persediaan $Y_i^* = \text{Produksi dalam satuan agregat}$.

Untuk Subkontrak $Y_i^* = \text{Produksi dalam satuan agregat}$.

Untuk *mixed strategy* $Y_i^* =$

$$\frac{\text{Waktu reguler (jam)} + \text{waktu overtime (jam)}}{\text{waktu baku}}$$

$SS_{ij} = 0$ jika perusahaan tidak mempunyai *safety stock*.

3. Menghitung nilai E (*Excess Demand*) atau kelebihan permintaan, dengan rumus:

$$E_i = \sum K_{ij} \left(\sum_{n=1}^N D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ijt} - 1 \right) - Y_i^*$$

4. Menentukan jumlah produksi masing-masing item dengan rumus:

$$Y_i^* =$$

$$\sum_{n=1}^N D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ijt} - 1 - (E_i D_{ijn} / \sum K_{ij} D_{ijn})$$

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada bulan April 2008. Teknik pengumpulan data di perusahaan dilakukan melalui dua metode, yaitu pengamatan dan wawancara. Pengamatan dilakukan pada proses perakitan untuk mengetahui waktu siklus proses dan mengetahui jumlah tenaga kerja yang digunakan. Sedangkan wawancara dilakukan tanya jawab dengan para pekerja dan pihak-pihak yang terkait untuk memperoleh informasi mengenai data permintaan aktual tahun 2007, biaya-biaya produksi, kebijakan produksi, jumlah hari dan jam kerja yang berlaku di perusahaan.

Pengolahan Data

Data proses perakitan digunakan untuk menentukan operasi-operasi yang dipakai dalam proses produksi, dimana nantinya akan membantu dalam menghitung waktu proses serta untuk mengetahui waktu baku dalam perakitan tersebut.

Metode yang digunakan dalam menghitung penyesuaian untuk waktu normal adalah metode Shumard.

Data permintaan yang telah didapatkan, dilakukan peramalan untuk perencanaan agregat berdasarkan pola data yang terbentuk untuk satu tahun berikutnya dengan menggunakan perangkat lunak Minitab 11 dengan metode peramalan yang digunakan adalah metode peramalan kuantitatif yaitu peramalan untuk

memprediksi masa mendatang hanya berdasarkan semata-mata pada data masa lalu.

Setelah mengetahui besarnya permintaan, tenaga kerja, hari kerja, jam kerja, biaya-biaya produksi dan kapasitas yang tersedia maka dibuat perencanaan agregat dengan 2 metode

yaitu metode *Pure Strategy* dan *Mixed Strategy*. Jika produk yang dilakukan penelitian lebih dari 1 tipe maka untuk mengetahui jumlah yang akan diproduksi per tipe nya dibuat perencanaan disagregasinya dengan metode pendekatan *Reguler Knapsack Method*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Produksi

Sebelum produk-produk PT.Abbott Indonesia siap dipasarkan terdapat beberapa tahapan atau proses pembuatannya. Dalam pembahasan ini hanya akan dijelaskan untuk jenis produk pedialyte. Proses pembuatan pedialyte melalui beberapa tahapan, secara garis besar diantaranya yaitu

dari mulai proses pencampuran atau pelarutan bahan baku, pengisian kedalam botol, sterilisasi, sampai kepada proses pengepakan.

Data Waktu Perakitan

Dibawah ini adalah kegiatan produksi Pedialyte beserta waktu pengerjaannya dan tenaga kerja :

Tabel 4.3 Data Waktu Operasi Produksi Pedialyte

No	Kegiatan	Solution (menit)	Buble Gum (menit)	Tenaga kerja
1	Poses Pencampuran bahan baku (<i>Mixing</i>)	0,12	0.1	2
2	Proses Pegisian (<i>Filling</i>)	0,32	0,32	4
3	Proses Sterilisasi (<i>Autoclave</i>)	0,06	0,06	1
4	Proses Pengepakan	0,6	0,6	5
Total		1,1	1,08	12

Dibawah ini adalah hasil permintaan produk Pedialyte Solution

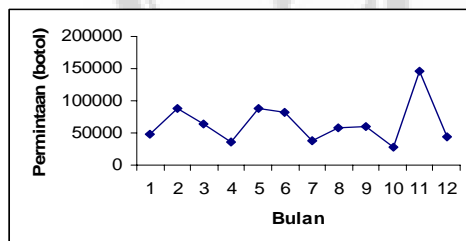
dan Buble Gum untuk periode Januari sampai Desember 2007:

Tabel 4.4 Data Permintaan Pedialyte Tahun 2007

Periode (bulan)	Model		Total
	Solution (botol)	Buble Gum (botol)	
1	31860	16812	48672
2	57720	30168	87888
3	48240	15012	63252
4	26460	8604	35064
5	68208	20604	88812
6	54000	28008	82008
7	34152	3672	37824
8	36000	21600	57600
9	43404	16740	60144
10	21396	6360	27756
11	94320	51048	145368
12	35722	9000	44722
Total	551482	227628	779110
Persediaan Akhir	5999	30567	

Sumber : PT. Abbott Indonesia

Dari data permintaan diatas dapat diketahui pola data permintaan tahun 2007 merupakan pola data yang berbentuk horisontal namun tidak stabil, menaik dan menurun dari periode satu ke periode berikutnya, dibawah ini gambar pola data dari permintaan produk Pedialyte :



Gambar 4.2 Pola Data Permintaan Pedialyte Tahun 2007

Data Biaya Produksi

Terdapat beberapa biaya yang terkait dalam produksi dimana biaya tersebut telah ditetapkan oleh pihak perusahaan sebagai masukan dalam perencanaan produksi. Berikut adalah data-data mengenai biaya produksi yang diperoleh :

- Upah tenaga Kerja per bulan =
Rp.1.108.800
Upah tenaga Kerja per jam =
Rp.6.300,00
- Maksimum lembur adalah 4 jam/hari

Perhitungan upah lembur berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No.KEP-72/MEN/1984 sebagai berikut:

1. Tarif Lembur per jam = $1/173$ x upah sebulan
2. Upah Lembur pada hari-hari kerja biasa:

a. Jam lembur pertama = $1,5$ x tarif per jam

b. Jam lembur kedua, dan setiap jam berikutnya = 2 x tarif per jam

- c. Biaya bahan baku

Biaya *raw material* = Rp.454.249 untuk 3000 botol

Biaya *Finishing* = Rp.8.729.805 untuk 3000 botol

$$\text{Biaya bahan baku/botol} = \frac{\text{Rp}454.249 + \text{Rp}8.729.805}{3000} = \text{Rp}3061,35 = \text{Rp}3.100$$

d. Biaya perekrutan tenaga kerja = Rp.700.000/orang

e. Biaya *inventory* yaitu 2 orang tenaga kerja dimana upah per jam = Rp.6.300

Sehingga untuk 2 orang yaitu = $2 \times \text{Rp}6.300 = \text{Rp}12.600/\text{jam}$

Ketentuan Hari Kerja

Waktu kerja normal yang telah ditetapkan oleh perusahaan adalah 8 jam atau 480 menit per hari, sedangkan ketentuan hari kerja dalam satu bulan selama satu tahun adalah :

Tabel 4.6 Ketentuan Hari Kerja Tahun 2008

Bulan	Hari Kerja
Januari	21
Februari	20
Maret	18
April	22
Mei	18
Juni	21
July	22
Agustus	20
September	20
Oktober	20
November	20
Desember	19
Σ	237

Pengolahan Data

Dari hasil penelitian yang didapatkan kemudian dilakukan pengolahan data, antara lain melakukan peramalan, perhitungan waktu baku proses operasi produksi, perencanaan agregat dan disagregasi.

Peramalan

Dengan melihat pada pola data permintaan produk yang didapat, maka metode yang dipilih adalah metode rata-rata bergerak (MA), pemulusan eksponensial (ES) dan metode

pemulusan eksponensial ganda (DES) dengan menggunakan program komputer MINITAB 11, dari tiga metode dipilih salah satu dengan melihat pada MAD dan batas kontrol pada tanda penjejukan (*tracking signal*).

a. Peramalan dengan Metode Rata-Rata Bergerak (MA)

Berikut ini merupakan hasil peramalan dengan menggunakan metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*) dengan pergerakan 5 bulan :

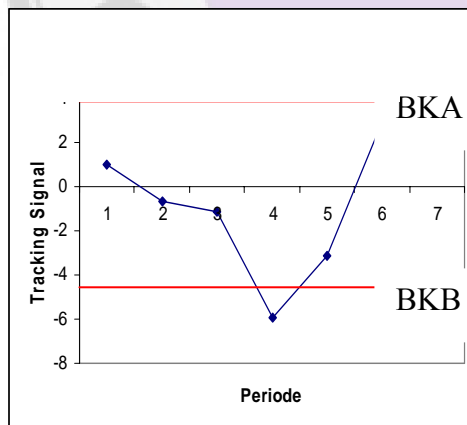
Tabel 4.7 Hasil Peramalan dengan Metode MA

No	Bulan	Permintaan Aktual	Peramalan
1	Januari	48672	-
2	Februari	87888	-
3	Maret	63252	-
4	April	35064	-
5	Mei	88812	-
6	Juni	82008	64738
7	Juli	37824	71405
8	Agustus	57600	61392
9	September	60144	60262
10	Oktober	27756	65278
11	November	145368	53067
12	Desember	44722	65739

Tabel 4.8 *Tracking Signal* dari Peramalan dengan Metode MA

Waktu (1)	F (2)	Aktual (3)	Error A-F (4)	RSFE (5)	Absolut Error (6)	Kumulatif Absolut (7)	MAD 7/1 (8)	TS 5/8 (9)
1	64738	82008	17270	17270	17270	17270	17270	1
2	71405	37824	-33581	-16311	33581	50851	25425	-0,65
3	61392	57600	-3792	-20103	3792	54643	18214	-1,11
4	60262	60144	-118	-20221	118	54761	3422	-5,91
5	65278	27756	-37522	-57743	37522	92283	18456	-3,13
6	53067	145368	92301	87625	92301	184584	30764	2,85
7	65739	44722	-21017	66608	21017	205601	29371	2,27

Sedangkan gambar grafik tanda penjejakan (*Tracking Signal*) dari peramalan dengan menggunakan metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*) adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik *Tracking Signal* dari Peramalan dengan Metode MA

Peramalan dengan metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*) menggunakan pergerakan 5 bulan didapat nilai MAD = 29371. Dari gambar grafik tanda penjejakan (*Tracking Signal*) terdapat data yang keluar dari batas kontrol yaitu pada bulan September sehingga dapat dikatakan metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*) ini tidak layak digunakan untuk memprediksi (meramal).

- b. Peramalan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal (SES)
- Perhitungan peramalan dengan metode Pemulusan Eksponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing*) menggunakan perangkat lunak Minitab 11 didapatkan nilai $\alpha = 0,5$. Dibawah ini merupakan hasil peramalan dengan menggunakan metode Pemulusan Eksponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing*) beserta perhitungan tanda penjejukan (*Tracking Signal*) :

Tabel 4.9 *Tracking Signal* dari Peramalan dengan Metode SES

Waktu (1)	$F(\alpha = 0,5)$ (2)	Aktual (3)	Error A-F (4)	RSFE (5)	Absolut Error (6)	Kumulatif Absolut (7)	MAD 7/1 (8)	TS 5/8 (9)
1	64926	48672	-16254	-16254	16254	16254	16254	-1
2	56799	87888	31089	14835	31089	47343	23671	0,63
3	72343	63252	-9091	5744	9091	56434	18811	0,31
4	67798	35064	-32734	-26990	32734	89168	22292	-1,21
5	51431	88812	37381	10391	37381	126549	25310	0,41
6	70121	82008	11887	22278	11887	138436	23073	0,97
7	76065	37824	-38241	-15963	38241	176677	25240	-0,63
8	56944	57600	656	-15307	656	177333	22167	-0,69
9	57272	60144	2872	-12435	2872	180205	20023	-0,62
10	58708	27756	-30952	-43387	30952	211157	21116	-2,05
11	43232	145368	102136	58749	102136	313293	28481	2,06
12	94300	44722	-49578	9171	49578	362871	30239	0,30

- c. Peramalan dengan Metode Pemulusan Eksponensial Berganda (DES)
- Perhitungan peramalan dengan metode Pemulusan Eksponensial Berganda (*Double Exponential Smoothing*) menggunakan perangkat lunak Minitab 11 dengan konstanta optimum ($\alpha = 0,270454$) ($\gamma = 0,359702$), kemudian membandingkan

dengan konstanta pemulusan sekitarnya. Hasil perhitungan peramalan metode pemulusan eksponensial ganda dengan perangkat lunak Minitab 11 terlampir. Dengan melihat nilai MAD dan MAPE yang terkecil disertai dengan melihat banyaknya positif error dan negatif

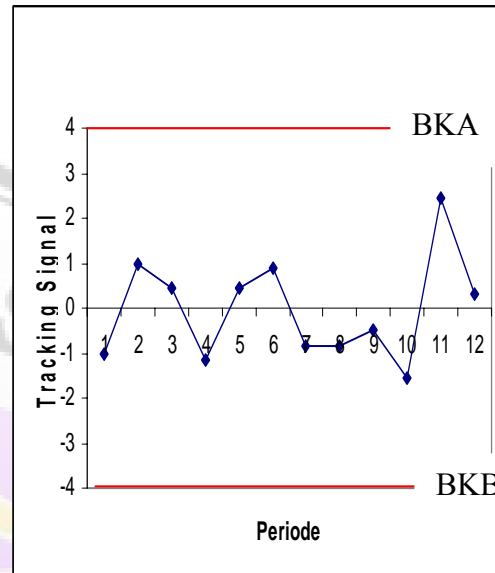
error, maka dipilih konstanta pemulusan ($\alpha = 0,5$) ($\gamma = 0,6$).

Dibawah ini merupakan hasil peramalan dengan menggunakan metode Pemulusan Eksponensial Berganda (*Double Exponential Smoothing*) terpilih beserta perhitungan tanda penjejukan (*Tracking Signal*) :

Tabel 4.10 *Tracking Signal* dari Peramalan dengan Metode DES

Waktu (1)	F ($\alpha = 0,5$) (2)	Aktual (3)	Error A-F (4)	RSFE (5)	Absolut Error (6)	Kumulatif Absolut (7)	MAD 7/1 (8)	TS 5/8 (9)
1	60830	48672	-12158	-12158	12158	12158	12158	-1
2	51848	87888	36040	23882	36040	48198	24099	0,99
3	77777	63252	-14525	9357	14525	62723	20908	0,45
4	74066	35064	-39002	-29645	39002	101725	25431	-1,16
5	46416	88812	42396	12751	42396	144121	28824	0,44
6	72184	82008	9824	22575	9824	153945	25657	0,88
7	84613	37824	-46789	-24304	46789	200734	28676	-0,85
8	54699	57600	2901	-21403	2901	203635	25454	-0,84
9	50500	60144	9644	-11759	9644	213279	23698	-0,50
10	52566	27756	-24810	-36569	24810	238089	23809	-1,54
11	29962	145368	115406	78837	115406	353495	32136	2,45
12	112088	44722	-67366	11471	67366	420861	35072	0,33

Sedangkan gambar grafik tanda penjejukan (*Tracking Signal*) dari peramalan dengan menggunakan metode Pemulusan Eksponensial Berganda (*Double Exponential Smoothing*) terpilih adalah sebagai berikut :



Gambar 4.7 Grafik Tracking Signal dari Peramalan dengan Metode DES

Verifikasi Peramalan

Hasil peramalan terpilih dari dua metode yang digunakan dilakukan verifikasi untuk dapat mencerminkan data masa lalu. Untuk membuat Peta kisaran bergerak (*Moving Range*) terlebih dahulu kita memilih metode mana yang akan digunakan yaitu dengan cara membandingkan nilai MAD yang paling kecil dari metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*), Pemulusan Eksponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing*) dan

Pemulusan Eksponensial Berganda (*Double Exponential Smoothing*). Perbandingan nilai MAD pada metode-metode tersebut menghasilkan MAD minimum yaitu metode Pemulusan Eksponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing*). Tahap berikutnya adalah membuat perhitungan MR Absolut untuk membandingkan nilai permintaan aktual dengan nilai peramalan dimana hasil perhitungan harus bernilai positif.

Tabel 4.11 Perhitungan Peta *Moving Range*

Bulan	Peramalan	Permintaan Aktual	A - F	MR Absolut
Januari	64926	48672	-16254	-
Februari	56799	87888	31089	47343
Maret	72343	63252	-9091	40180
April	67798	35064	-32734	23643
Mei	51431	88812	37381	70115
Juni	70121	82008	11887	25494
Juli	76065	37824	-38241	50125
Agustus	56944	57600	656	38897
September	57272	60144	2872	2216
Oktober	58708	27756	-30952	33824
November	43232	145368	102136	133088
Desember	94300	44722	-49578	151723
Σ	-	-	-	616648

Perhitungan Waktu Baku

Total waktu proses produksi pedialyte solution didapatkan 1,1 menit dan total waktu proses produksi pedialyte buble gum didapatkan 1,08 menit. Menghitung Waktu Normal dan Waktu Baku dengan penyesuaian cara Shumard :

Penyesuaian dan Kelonggaran

Kinerja operator secara keseluruhan

dapat dikatakan baik dan faktor

penyesuaiannya adalah :

$$P = \frac{70}{60} = 1,16$$

Kelonggaran diasumsikan 10 %

Pedialyte Solution :

$$\text{Waktu Siklus (Ws)} = \frac{\text{Total waktu}}{\text{Jumlah Operasi}} = \frac{1,1 (\text{menit})}{4} = 0,275 \text{ menit}$$

Waktu normalnya :

$$\begin{aligned} W_n &= W_s * p \\ &= 1,1 \text{ menit} * 1,16 \\ &= 1,276 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu bakunya :

$$\begin{aligned} W_b &= W_n (1 + l) \\ &= 1,276 \text{ menit} (1 + 0,1) \\ &= 1,4036 \text{ menit} \\ &= 0,0234 \text{ jam} = 0,03 \text{ jam} \end{aligned}$$

Pedialyte Buble Gum :

$$\text{Waktu Siklus (Ws)} = \frac{\text{Total waktu}}{\text{Jumlah Operasi}} = \frac{1,08 (\text{menit})}{4} = 0,27 \text{ menit}$$

Waktu normalnya :

$$\begin{aligned} W_n &= W_s * p \\ &= 1,08 \text{ menit} * 1,16 \\ &= 1,2528 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu bakunya :

$$\begin{aligned} W_b &= W_n (1 + l) \\ &= 1,2528 \text{ menit } (1 + 0,1) \\ &= 1,3781 \text{ menit} \\ &= 0,0229 \text{ jam} = 0,03 \text{ jam} \end{aligned}$$

Perencanaan Produksi Agregat

Dalam perencanaan produksi, peneliti menggunakan beberapa metode yaitu metode *pure strategy* dan metode *mixed strategy*.

Metode *Pure Strategy*

Dalam metode *pure strategy*, terdapat 2 metode yang akan

digunakan dalam melakukan perencanaan produksi yaitu tenaga kerja berubah dan persediaan berubah. Dibawah ini adalah hasil perhitungan perencanaan produksi dengan dengan metode tenaga kerja berubah dan persediaan berubah.

a. Perhitungan dengan Menggunakan Metode Tenaga Kerja Berubah

Setelah melakukan peramalan, maka dibawah ini adalah data hasil peramalan selama 12 bulan berdasarkan hasil permalan terbaik:

Tabel 4.13 Hasil Perencanaan Produksi Agregat dengan Metode Tenaga Kerja Berubah

Bulan	Demand (botol)	Demand (jam)	HK	Waktu Reguler	Waktu Overtime	Hire	Fire	Jumlah Pekerja
1	28360	851	21	1008	0	0	6	6
2	56799	1704	20	1280	424	2	0	8
3	72343	2171	18	1584	587	3	0	11
4	67798	2034	22	1936	98	0	0	11
5	51431	1543	18	1584	0	0	0	11
6	70121	2104	21	1848	256	0	0	11
7	76065	2282	22	1936	346	0	0	11
8	56944	1709	20	1760	0	0	0	11
9	57272	1719	20	1760	0	0	0	11
10	58708	1762	20	1760	2	0	0	11
11	43232	1297	20	1440	0	0	2	9
12	94300	2829	19	1976	853	4	0	13
Σ		22005	241	19872	2566	9	8	

$$\begin{aligned} \text{Total biaya Produksi} &= \text{Biaya Reguler} + \text{Biaya Overtime} + \text{Biaya Hire} + \text{Biaya Fire} \\ &= \text{Rp.170.242.400} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Hasil Perencanaan Produksi Agregat dengan Metode Persediaan Berubah

Bulan	Demand (botol)	Demand (jam)	HK	Produksi (jam)	Produksi (botol)	Inventori (botol)	Lost Demand	Jumlah Pekerja
1	28360	851	21	2016	67200	38840	0	12
2	56799	1704	20	1920	64000	46401	0	12
3	72343	2171	18	1728	57600	31658	0	12
4	67798	2034	22	2112	70400	34260	0	12
5	51431	1543	18	1728	57600	40429	0	12
6	70121	2104	21	2016	67200	37508	0	12
7	76065	2282	22	2112	70400	31843	0	12
8	56944	1709	20	1920	64000	38899	0	12
9	57272	1719	20	1920	64000	45627	0	12
10	58708	1762	20	1920	64000	50919	0	12
11	43232	1297	20	1920	64000	71687	0	12
12	94300	2829	19	1824	60800	38187	0	12
Σ		22005	241	23136	771200			

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Produksi} &= \text{Biaya Reguler} + \text{Biaya Inventori} \\
 &= \text{Rp.145.756.800} + \text{Rp.24.292.800} \\
 &= \text{Rp.170.049.600}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Hasil Perencanaan Produksi Agregat dengan Metode *Mixed Strategy*

Bulan	Demand (botol)	Demand (jam)	HK	Waktu Reguler	Inventori (botol)	Waktu Overtime	Hire	Sub Kontrak	Jumlah Pekerja
1	28360	851	21	2016	38840	0	0	0	12
2	56799	1704	20	1920	46401	0	0	0	12
3	72343	2171	18	1728	31658	0	0	0	12
4	67798	2034	22	2112	34260	0	0	0	12
5	51431	1543	18	1728	40429	0	0	0	12
6	70121	2104	21	2016	37508	0	0	0	12
7	76065	2282	22	2112	31843	0	0	0	12
8	56944	1709	20	1920	38899	0	0	0	12
9	57272	1719	20	1920	45627	0	0	0	12
10	58708	1762	20	1920	50919	0	0	0	12
11	43232	1297	20	1920	71687	0	0	0	12
12	94300	2829	19	1824	38187	0	0	0	12
Σ		22005	241	23136					

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Produksi} &= \text{Biaya Reguler} + \text{Biaya Inventori} \\
 &= \text{Rp.145.756.800} + \text{Rp.24.292.800} \\
 &= \text{Rp.170.049.600}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Perencanaan Produksi Agregat 2008

Periode	Perencanaan Produksi (jam)	Perencanaan Produksi (unit)
1	2016	67200
2	1920	64000
3	1728	57600
4	2112	70400
5	1728	57600
6	2016	67200
7	2112	70400
8	1920	64000
9	1920	64000
10	1920	64000
11	1920	64000
12	1824	60800
Total	23136	771200

Tabel 4.18 Disagregasi Pedialyte Tahun 2008

Periode	Y*	Step 1	Step 2	Step 3	Kuantitas Produksi	Next Per Ending Inventory
1	67200	79001	26086	61925	61925	25424
		14285		5275	5275	0
		93286			67200	25424
2	64000	49180	24174	33304	33304	21426
		38994		30696	30696	11217
		88174			64000	32643
3	57600	88920	54443	47399	47399	13652
		23123		10201	10201	4248
		112043			57600	17900
4	70400	88672	47296	52981	52981	15471
		29024		17419	17419	5031
		117696			70400	20502
5	57600	63527	24760	44511	44511	20483
		18833		13089	13089	6188
		82360			57600	26671
6	67200	71863	46371	41329	41329	15639
		41708		25871	25871	8111
		113571			67200	23750

Tabel 4.19 Disagregasi Pedialyte Tahun 2008 (Lanjutan)

Periode	Y*	Step 1	Step 2	Step 3	Kuantitas Produksi	Next Per Ending Inventory
7	70400	121723	57980	69371	69371	16329
		6657		1029	1029	302
		128380			70400	16631
8	64000	54851	33257	34065	34065	14804
		42406		29935	29935	8883
		97257			64000	23687
9	64000	67858	26857	48476	48476	21949
		22999		15524	15524	8466
		90857			64000	30415
10	64000	68563	23001	50832	50832	27525
		18438		13168	13168	8182
		87001			64000	35707
11	64000	56625	29989	37167	37167	36642
		37364		26833	26833	19833
		93989			64000	56475
12	60800	114004	71325	57032	57032	18351
		18121		3768	3768	2912
		132125			60800	21263

Tabel 4.20 Jadwal Induk Produksi Pedialyte Tahun 2008

Periode	Unit Produksi	
	Pedialyte Solution	Pedialyte Buble Gum
1	61925	5275
2	33304	30696
3	47399	10201
4	52981	17419
5	44511	13089
6	41329	25871
7	69371	1029
8	34065	29935
9	48476	15524
10	50832	13168
11	37167	26833
12	57032	3768
Total	578392	192808

Analisa

Produk yang diamati adalah pedialyte yang diproduksi oleh PT. Abbott Indonesia periode Januari 2007 sampai Desember 2007. Produk pedialyte terdapat dua tipe yaitu pedialyte solution dan buble gum, dimana total permintaan dari kedua produk tersebut pada tahun 2007 adalah 779.110 botol.

Pada proses peramalan permintaan, langkah awal yang harus dikerjakan adalah menentukan jangka waktu peramalan dan membuat grafik data permintaan aktual untuk mengetahui pola data yang dihasilkan sehingga dapat dipilih metode peramalan yang akan dipakai. Peramalan yang digunakan termasuk dalam peramalan jangka menengah karena dilakukan dalam jangka waktu dua belas periode yakni periode Januari 2008 sampai Desember 2008.

Pola data permintaan aktual produksi pedialyte periode Januari sampai Desember 2007 memperlihatkan bahwa pola data tersebut mempunyai pola data

horizontal namun tidak stabil maka digunakan 3 metode peramalan, yaitu metode Rata-Rata Bergerak (MA), metode pemulusan eksponensial (ES), dan metode pemulusan eksponensial ganda (DES) dengan menggunakan perangkat lunak Minitab 11. Proses peramalan dengan menggunakan metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*) diperoleh nilai $MAD = 29371$ dimana pergerakannya menggunakan periode 5 bulan (nilai optimal). Dari gambar grafik tanda penjejukan (*Tracking Signal*) terdapat data yang keluar dari batas kontrol yaitu pada bulan September sehingga dapat dikatakan metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*) ini tidak layak digunakan untuk memprediksi (meramal). Pada metode Pemulusan Eksponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing*) menggunakan konstanta $\alpha = 0,5$ (nilai optimum) maka nilai $MAD = 30239$, untuk grafik tanda penjejukan (*Tracking Signal*) tidak terdapat data – data yang keluar dari batas kontrol sehingga dapat dikatakan metode ini layak digunakan untuk memprediksi

(meramal). Hasil pengolahan data dengan menggunakan metode Pemulusan Ekponensial Berganda (*Double Exponential Smoothing*) menggunakan konstanta ($\alpha = 0,5$) ($\gamma = 0,6$) maka didapat nilai MAD = 35072. Untuk grafik tanda penjejak (*Tracking Signal*) tidak terdapat data – data yang keluar dari batas kontrol sehingga dapat dikatakan metode ini layak digunakan untuk memprediksi (meramal).

Pemilihan model peramalan terbaik yaitu dengan membandingkan nilai MAD yang terkecil, pada grafik tanda penjejak (*Tracking Signal*) tidak terdapat data – data yang keluar dari batas kontrol, serta memiliki positif error dan negatif error yang sama banyak. Diantara ketiga model peramalan yang digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan, maka model metode peramalan yang terbaik adalah metode Pemulusan Ekspensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing*) karena mempunyai nilai MAD yang terkecil yaitu 30239, pada grafik tanda

penjejakan (*Tracking Signal*) tidak terdapat data – data yang keluar dari batas kontrol, serta memiliki positif error dan negatif error yang sama banyak. Langkah selanjutnya adalah membuat peta kisaran bergerak (*Moving Range*), dari grafik peta kisaran bergerak (*Moving Range*) terlihat bahwa tidak ada data yang keluar dari batas kontrol. Dimana nilai batas kontrol atas = 149117 dan batas kontrol bawah = -149117, maka hasil perhitungan peramalan mencerminkan data masa lalu dan dapat dipergunakan pada perhitungan perencanaan produksi agregat.

Total waktu perakitan untuk masing-masing tipe setiap botolnya adalah 1,1 menit dan 1,08 menit, dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 12 orang. Perhitungan waktu baku dengan menggunakan penyesuaian Shumard dan asumsi kelonggaran. Dari hasil perhitungan didapat waktu baku kedua tipe pedalyte yaitu 0,03 jam.

Jika dilihat dari tabel dan grafik diatas dapat terlihat bahwa

untuk metode persediaan berubah dan *mixed strategy* memiliki alokasi biaya yang sama besar. Dari ketiga hasil perhitungan metode perencanaan agregat diatas maka metode yang dipilih adalah metode yang memiliki total ongkos produksi terkecil yaitu metode persediaan berubah atau metode campuran. Jadi kedua metode tersebut dapat digunakan salah satunya untuk dilakukan perencanaan disagregasi.

Perencanaan agregat produksi yang telah didapat dibuat disagregasinya dengan menggunakan pendekatan *Reguler Knapsack Method*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari ketiga metode peramalan yang digunakan maka metode yang lebih baik digunakan untuk meramalkan permintaan pedialyte pada tahun 2008 adalah metode pemulusan eksponensial tunggal (*single exponential smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,5$), karena menghasilkan nilai MAD terkecil yaitu 30239 dan tidak ada data yang keluar dari batas

Langkah pertama yaitu menentukan kuantitas item yang akan diproduksi per tipe. Permintaan aktual masing-masing tipe pedialyte tahun 2007 dilakukan peramalan dengan menggunakan proporsi dari permintaan aktual. Setelah itu barulah dilakukan perhitungan dengan menggunakan pendekatan *Reguler Knapsack Method*. Kuantitas produksi dari hasil perhitungan diatas adalah besarnya jumlah produk dari setiap tipe pedialyte yang dijadikan sebagai Jadwal Induk Produksi yang akan diproduksi pada tahun 2008.

kontrol. Dari hasil peramalan dengan menggunakan metode terpilih jumlah peramalan permintaan pedialyte pada tahun 2008 adalah 769939 botol.

Dari hasil perhitungan perencanaan produksi agregat dengan metode strategi murni (*pure strategy*) dan campuran (*mixed strategy*), maka metode yang lebih baik digunakan dalam perencanaan produksi agregat pedialyte untuk tahun 2008 adalah

metode campuran (*mixed strategy*) dimana menghasilkan total biaya produksi terkecil yaitu sebesar Rp.170.049.600. Selain itu tenaga kerja pada metode campuran (*mixed strategy*) adalah tenaga kerja tetap yang lebih memiliki kepastian kerja bagi para pekerja. Sedangkan untuk total produksi pedialyte tahun 2008 dengan menggunakan metode campuran (*mixed strategy*) yaitu sebanyak 771.200 botol dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 12 orang.

Dari perencanaan agregat dibuat disagregasi dengan pemrogramman linear sebagai rencana produksi terperinci untuk setiap tipe Pedialyte, yaitu pedialyte solution dengan total produksi sebesar 578392 botol dan Pedilayte Buble Gum dengan total produksi sebesar 192808 botol.

Saran

Dalam melakukan peramalan untuk perencanaan produksi, hendaknya melihat pola data yang ada, sehingga keakuratan data peramalan dapat diandalkan. Pada perencanaan produksi hendaknya sangat memperhatikan permintaan konsumen dan keadaan perekonomian serta kapasitas sumber daya yang ada sehingga tidak menyebabkan kelebihan atau kekurangan produksi yang dapat merugikan perusahaan.

Pada perencanaan produksi dengan menggunakan metode murni (*pure strategy*) dan campuran (*mixed strategy*) hendaknya menggunakan kapasitas produksi dengan ongkos produksi termurah. Sedapat mungkin seluruh permintaan harus dipenuhi tepat waktu karena besar kemungkinan pelanggan akan beralih menggunakan produk sejenis dari perusahaan kompetitor.

DAFTAR PUSTAKA

- Bedworth DD, Bailey JE, *Integrated Production control system: Management, Analysis, Design*, John Wiley and Sons, New York, 1982.
- Elwood, BS, Rakesh, *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*, Jilid Satu, Edisi Kedelapan, 1996.
- Gaspersz, Vincent: *Production Planning and Inventory Control*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2002.
- Handoko, TH, *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, BPFT, Yogyakarta, 1984.
- Heizer, Barry Render Jay, *Prinsip-prinsip Manajemen Operasional*, Salemba empat, Jakarta, 2001.
- Herjanto, E, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Kedua, Grasindo, Jakarta, 1999
- Kusuma, H, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama, ANDI, Yogyakarta, 2001.
- Spyros Makridakis, Wheelwright dan McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Jilid Satu, Erlangga, Jakarta, 1992.
- Sutalaksana, Anggawisastra, Tjakraatmadja, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung, Departemen Teknik Industri ITB, 1979.